

# 证 明

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

REC'D 24 NOV 2004

WIPO

PCT

申 请 日: 2003.08.27

申 请 号: 03139172.9

申 请 类 别: 发明

发明创造名称: 顺流和逆流超声波联合作用使油水乳化物破乳的方法及装置

申 请 人: 中国石油化工股份有限公司

发明人或设计人: 苟社全、达建文、张由贵、韩平、张敬义、孙振光、雷平、张召利、周玉新、高淑美

PRIORITY

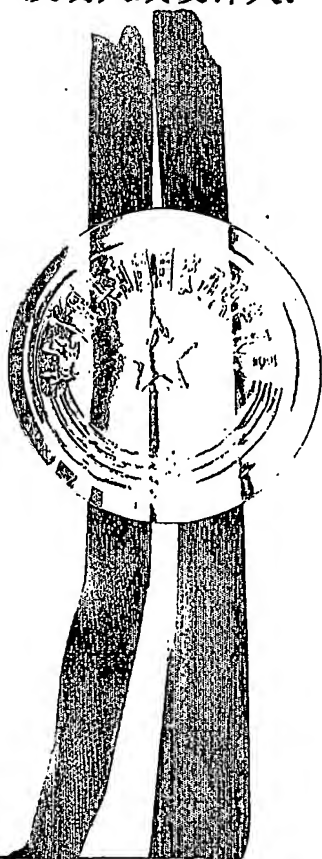
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

中华人民共和国  
国家知识产权局局长

王 景 川

2004 年 10 月 21 日



## 权 利 要 求 书

- 1、一种顺流和逆流超声波联合作用使油水乳化物破乳的方法，其特征在于：在油水的流动方向上设置至少一个超声波作用区，超声波作用区的中轴线方向与油水流经超声波作用区的流动方向一致，该超声波作用区产生与油水流动方向同向的顺流超声波和反向的逆流超声波，顺流超声波和逆流超声波同时作用于流经该作用区的油水。
- 2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于超声波作用区的超声波以均匀的声强传播，逆流超声波的声强不小于顺流超声波的声强。
- 3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于所述逆流超声波的声强不大于  $0.8\text{W}/\text{cm}^2$ 。
- 4、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于所述逆流超声波的声强不大于  $0.5\text{W}/\text{cm}^2$ 。
- 5、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于超声波作用区两端分别安装一个超声波探头，分别产生与油水流动方向同向的顺流超声波和反向的逆流超声波。
- 6、一种使用权利要求 1 所述方法的破乳装置，超声波作用区为管道式结构并与油水管线相连接，其特征在于超声波作用区管道的两端各安装一个超声波探头，分别产生与油水流动方向同向的顺流超声波和反向的逆流超声波，超声波探头与超声波发生器通过超声波功率线相连。

# 说明书

## 顺流和逆流超声波联合作用使油水乳化物破乳的方法及装置

### 技术领域

本发明涉及一种油水乳化物破乳的方法及装置。

### 背景技术

原油在油田开采过程中,通过注入大量的水和表面活性剂或机械作用,形成油和水的乳化结构。从地下采出的原油有时含水高达90%以上,把油和水分离的过程关键是使油水乳化物结构破乳。首先,油田采出的原油要经过沉降脱水工序,脱水效果好坏的关键是使油水乳化物破乳。其次,油田输送的原油至炼油厂有含盐量的指标要求,需要再次注入新鲜水进行一至三级的注水—洗盐—电场脱水—脱盐的电脱盐过程,使油水乳化物结构破乳。

原油在加工过程中,从油田输送来的原油本身含有水,这种水一般在原油中以乳化方式存在,除此以外,原油进入炼厂第一道加工工序就是一至三级的注水—洗盐—电场脱水—脱盐的电脱盐过程中再次形成新的乳化结构,要达到较好的脱盐效果,破坏这两种类型的油水乳化结构也是该工艺过程的技术关键。另外,在炼油厂,从原油罐底沉降下来的罐底污油的回收原油过程中需要破乳脱水,从原油电脱盐脱除的含盐污水的回收原油过程中需要破乳脱水,汽油、煤油及柴油的电精制过程中也需要破乳脱水,润滑油脱氮电精制过程中也需要破乳脱水。

目前国内外的油水破乳脱水的方法主要有加热、加高压电场、加破乳剂及它们的复合作用,但随着原油品质变差,这些方法处理复杂的乳化稳定的油水乳化物的效果,已经无法满足生产方法的需要。超声波作为一种能量,能够在可流动的油水中传播,并且对油和盐水两种不同的介质产生相对位移作用,因此,出现了超声波辅助其他脱盐和脱水过程的方法,用于满足生产的需要。

对于超声波作用使油水破乳的技术,1998年11月4日公开的公告号为CN2296230Y实用新型专利,超声波探头安装方向与作用区轴线方向垂直,使得超声波作用的方向与油水的流动方向垂直,油水在超声波作用区的停留时间短,超声波因为圆管的内弧面的

超声波的反射波的聚焦容易产生局部过大的声强，使得超声波作用区超声波强度不均匀，反而容易引起油水的乳化。1999 年申请的美国发明专利 U.S. P5, 885, 424 超声波作用区结构。超声波探头安装在一个扁平的矩形盒子上。矩形区域，是超声波作用区，探头安装在上外表面或下外表面。这种结构通过矩形盒子的外表面，适当增大了超声波的作用面积，使超声波的作用时间有所延长，但缺点仍然是超声波作用方向与油水流动方向垂直，超声波作用时间比较短，作用效果不明显，没有工业应用价值。到目前为止，还没有应用到工业连续生产工艺上的成功技术。

### 发明内容

本发明的目的是针对现有超声波油水破乳的方法及设备，提出一种顺流和逆流超声波联合作用使油水乳化物破乳的方法及装置，解决超声波作用容易聚焦而不均匀、作用区域面积小或作用方向垂直而时间短的问题，增强超声波作用油水破乳的效果，实现超声波作用油水破乳的工业应用。

本发明顺流和逆流超声波联合作用使油水乳化物破乳的方法，其特征在于：在油水的流动方向上设置至少一个超声波作用区，超声波作用区的中轴线方向与油水流经超声波作用区的流动方向一致，该超声波作用区产生与油水流动方向同向的顺流超声波和反向的逆流超声波，顺流超声波和逆流超声波同时作用于流经该作用区的油水。

本发明由顺流超声波和逆流超声波联合作用于油水，延长了油水乳化物超声波作用的时间，最终使油水乳化物充分破乳。

超声波作用区的超声波最好以均匀的声强传播，逆流超声波的声强不小于顺流超声波的声强。逆流超声波的声强不大于  $0.8\text{W}/\text{cm}^2$ ，优选不大于  $0.5\text{W}/\text{cm}^2$ 。

超声波作用区两端分别安装一个超声波探头，分别产生与油水流动方向同向的顺流超声波和反向的逆流超声波。两个超声波探头的间距，也即超声波作用区的长度，选择越长对油水破乳有利，一般选择大于  $0.5\text{m}$ 。在超声波辐射的方向上，超声波作用区的反射面不能设置曲面结构，以防止产生超声波的聚焦和叠加，防止导致油水乳化，超声波作用区设置为管道式结构并且与油水流动方向一致，则是较好的实施方案。

实现上述方法的破乳装置，超声波作用区为管道式结构并与油水管线相连接，超声波作用区管道的两端各安装一个超声波探头，分别产生与油水流动方向同向的顺流超声波和反向的逆流超声波，超声波探头与超声波发生器通过超声波功率线相连。超声波作

用区为管道式结构，管道可以是直管，也可以是变径管，优选变径管，该变径管既可以是两端直径大，中间直径小，也可以是两端直径小，中间直径大，也可以是一端直径大，一端直径小等各种形式。管道的截面也可以是各种形状，如圆形、方形等。管道式超声波作用区与油水管线连接，可以焊接或法兰连接等多种连接方式。

与现有技术相比，本发明的方法提供一种能够产生均匀声强的超声波作用区，该超声波作用区能够延长超声波作用时间。超声波作用区的轴线方向与油水的流动方向一致，超声波向管道的远端传播，不产生叠加和聚焦，延长了超声波的作用时间，产生均匀声强的超声波，破坏油水乳化结构，提高了脱水效果。经工业试验表明，与单纯的电脱盐方法相比，通过这种油水超声波—电脱盐的方法，油水脱后含盐可由 5-10mg/l 降低到 1-4mg/l。脱后原油含水由原来的 0.4-0.8% 降低到 0.1-0.4%。用本发明的方法和装置处理高含水污油或高含水原油，排水含油可降低约 50% 以上。

本发明可用于炼厂原油加工过程中，即原油电脱盐脱水工艺中、汽油电精制脱水工艺中、煤油电精制脱水工艺中、柴油电精制脱水工艺中、润滑油脱氮电精制脱水工艺中、电脱盐含盐污水含油的回收脱水工艺中、原油罐底污油的原油回收脱水工艺中，本发明也可用于油田原油开采中含水原油的沉降脱水工艺、油田原油电脱盐脱水工艺。

#### 附图说明

图 1 是本发明的工艺流程示意图。

图 2 是本发明的原油超声波破乳—电脱盐脱水工艺流程图。

图 3 是本发明高含水原油或高含水污油超声波破乳—沉降脱水工艺流程图。

图 4 是本发明馏分油超声波破乳—电精制脱水工艺流程图。

#### 具体实施方式

##### 实施例 1：

图 1 所示，超声波发生器 1 通过超声波探头 2 发生与油水流动同向的顺流超声波 3，超声波探头 4 发生与油水流动反向的逆流超声波 5，图中箭头表示油水的流动方向，经过逆流和顺流超声波联合作用下，由管道中输入的通过超声波作用区 6 的油水乳化物 7，油水中乳化的含水结构破乳，破乳后的油水混合物去电场作用下脱水后沉降分离或沉降分离。

图 1 中，超声波发生器 1 供给超声波探头功率能量。

图 1 中，超声波探头 2、4 的安装方向要求产生的超声波方向 3、5 与油水 7 的流动方向一致，油水 7 的流动方向与超声波作用区 6 管道的中轴线方向一致。

分别与油水方向顺流和逆流的超声波，相互联合对油水乳化物作用。因超声波作用区为管道式结构，因而在超声波辐射的方向上，超声波作用区的反射面无曲面结构，防止了产生超声波的聚焦和叠加，防止导致油水乳化。这样一个超声波作用区，能够在油水流动的管道中，产生长时间作用的均匀声强的超声波，达到较好的脱盐脱水效果。

超声波的声强可选择一般不大于  $0.8\text{W}/\text{cm}^2$ ，优选不大于  $0.5\text{W}/\text{cm}^2$ ，逆流超声波的声强选择一般不小于顺流超声波的声强，这样有利于油水破乳，反之可能造成油水乳化，不利于油水的脱盐脱水。

一般情况下，超声波的频率选择对油水脱盐脱水的效果影响不大，频率较高，超声波容易衰减。因此一般采用  $0.1\text{--}50\text{KHz}$  的超声波比较适宜。根据不同的生产情况，为了延长流动状态下的原油的超声波作用时间，可以设置两个以上的超声波作用区串联或并联，用来满足不同的含水含盐的生产要求。

实施例 2，顺流和逆流联合作用的实施效果与单顺流、单逆流实施效果比较

以图 2 原油超声波—电脱盐的技术方案为例，关闭逆流或顺流可以进行单方向超声波作用试验。与单逆流或单顺流的技术方案相比，顺流和逆流联合作用能够较好地使油水乳化物破乳，能够较好地降低原油脱后含盐，能够较好地降低脱后油水乳化物含水，而且能够较好地降低脱后污水中含油。

(1) 频率  $20\text{KHz}$ ，顺流—逆流联合、单逆流、单顺流超声波—电脱盐装置脱盐效果的比较。

声强	顺流—逆流联合	单逆流	单顺流
$0.5\text{ W}/\text{cm}^2$	$1.2\text{mg}/\text{l}$	$3.5\text{mg}/\text{l}$	$4.5\text{mg}/\text{l}$
$0.4\text{ W}/\text{cm}^2$	$1.5\text{mg}/\text{l}$	$4.0\text{mg}/\text{l}$	$5.0\text{mg}/\text{l}$
$0.3\text{ W}/\text{cm}^2$	$2.1\text{ mg}/\text{l}$	$4.4\text{mg}/\text{l}$	$5.1\text{mg}/\text{l}$
$0.2\text{ W}/\text{cm}^2$	$2.8\text{ mg}/\text{l}$	$4.7\text{mg}/\text{l}$	$5.6\text{mg}/\text{l}$
$0.1\text{ W}/\text{cm}^2$	$3.1\text{ mg}/\text{l}$	$5.6\text{mg}/\text{l}$	$6.2\text{mg}/\text{l}$

不施加超声波作用时,原油电脱盐脱后含盐约 8mg/l。

在同一超声波声强下试验,实施顺流和逆流联合作用的本发明的方法及其装置,与单逆流或单顺流相比,原油电脱盐脱后含盐降低约 50%。顺流和逆流超声波联合作用的超声波—电脱盐联合装置,原油脱脱后含盐明显比单顺流或单逆流低。

(2) 频率 20Khz, 顺流—逆流联合、单逆流、单顺流超声波—电脱盐装置脱水效果的比较。

声强	顺流—逆流联合	单逆流	单顺流
0.5 W/cm <sup>2</sup>	0.18%	0.32%	0.45%
0.4 W/cm <sup>2</sup>	0.19%	0.41%	0.48%
0.3 W/cm <sup>2</sup>	0.22%	0.43%	0.51%
0.2 W/cm <sup>2</sup>	0.25%	0.46%	0.58%
0.1 W/cm <sup>2</sup>	0.30%	0.59%	0.66%

不施加超声波作用时,原油电脱盐脱后含水约 0.8%。

在同一超声波声强下试验,实施顺流和逆流联合作用的本发明的方法及其装置,与单逆流或单顺流相比,原油电脱盐脱后含水降低约 40-60%。顺流和逆流超声波联合作用的超声波—电脱盐联合装置,原油脱脱后含水明显比单顺流或单逆流低,脱水效果好。

(3) 频率 20Khz, 顺流—逆流联合、单逆流、单顺流超声波—电脱盐装置脱后污水含油情况比较。

本发明的顺流—逆流超声波联合作用的方法及装置的实施与单纯的电脱盐相比,能够使原油脱后的污水含油降低约 50%。

单逆流超声波—电脱盐联合装置的实施效果与单纯的电脱盐相比,原油脱后的污水含油量相当。

单顺流超声波—电脱盐联合装置的实施效果与单纯的电脱盐相比,原油脱后的污水含油量反而上升约 40%,造成一定程度的油水乳化。

本发明的顺流—逆流超声波联合作用的方法及装置实施与单逆流、单顺流超声波—电脱盐装置相比,能够显著降低脱后污水含油量。

实施例3 超声波作用区用于原油超声波—电脱盐脱水的最佳实施方案。

如图2, 炼厂或油田的原油通过超声波作用区装置8后, 油水乳化结构破乳, 然后, 进入电脱盐罐9进行继续在高压电场的作用下, 进行脱盐脱水, 通过沉降分离, 原油从上部流出, 水从下部流出, 达到最佳的脱盐脱水效果。

(1) 在某炼厂电脱盐装置上应用本发明方法进行工业试验的脱盐脱水效果。

(a) 试验前未采用本发明的工业生产情况

试验时间	原油脱后含盐	原油脱后含水
2003年6月10日	5 mg/l	0.4%
2003年6月11日	6mg/l	0.4%
2003年6月13日	10mg/l	0.7%
2003年6月20日	5mg/l	0.5%
2003年6月21日	7mg/l	0.4%
2003年7月22日	5mg/l	0.5%
2003年6月23日	7mg/l	0.4%
2003年7月1日	10mg/l	0.8%

(b) 采用本发明的工业试验结果

试验时间	原油脱后含盐	原油脱后含水
2003年6月13日	1.6 mg/l	0.2%
2003年6月14日	2.6mg/l	0.3%
2003年6月15日	2.5mg/l	0.1%
2003年6月16日	2.7mg/l	0.2%
2003年7月2日	2.8mg/l	0.2%
2003年7月3日	3.2mg/l	0.3%
2003年7月4日	4.0mg/l	0.2%
2003年7月5日	1.8mg/l	0.1%
2003年7月15日	2.5mg/l	0.3%
2003年7月16日	2.7mg/l	0.2%

比较(a)组与(b)组数据, 可以看出, 本发明的方法及装置应用于电脱盐脱水中, 可



以降低原油脱后含盐约 50%。原油脱后含水约降低约 50%。

(2) 在某炼厂电脱盐装置上应用本发明方法, 明显增大了电脱盐电压, 降低了电脱盐电流, 节省了电脱盐的电功率消耗。

在不改变其它生产条件的情况下, 试验在一级电脱盐进行本发明方法及装置的工业应用试验, 一级电脱盐注水 5%, 不改变二级电脱盐单纯的电脱盐操作, 二级电脱盐注水只有 3%。一般地, 原油乳化较严重时, 一级电脱盐比二级电脱盐的电压较低, 电流较高。在试验期间, 二级电脱盐的电压较低, 电流较高。

通过以下一些数据显示工业试验期间的一些有益效果:

试验时间	一级电脱盐	二级电脱盐
2003 年 6 月 13 日 9:00 电压 v	348 360 350	348 364 354
电流 I	189 249 230	249 268 252
2003 年 6 月 14 日 9:00 电压 v	367 367 363	239 65 258
电流 I	163 228 185	358 528 375
2003 年 6 月 15 日 9:00 电压 v	344 355 354	154 58 224
电流 I	197 255 233	384 530 419
2003 年 6 月 16 日 9:00 电压 v	340 328 344	27 29 30
电流 I	207 291 229	445 529 446
2003 年 7 月 2 日 9:00 电压 v	301 322 307	285 280 285
电流 I	283 317 296	328 387 327
2003 年 7 月 3 日 9:00 电压 v	337 354 336	324 342 327
电流 v	253 275 262	282 303 284
2003 年 7 月 4 日 9:00 电压 v	373 384 365	363 375 366
电流 I	193 215 203	216 231 222

比较试验期间施加本发明的一级电脱盐与不施加本发明的二级电脱盐的电压和电流指示值比较可以看出, 本发明的超声波作用, 对降低电脱盐电流, 增大电脱盐电压具有作用。一般的, 降低电脱盐电流就能降低电脱盐电耗。

实施例 4, 超声波作用区用于高含水原油或高含水污水的超声波破乳—沉降脱水回收工艺的最佳实施方案。

图3所示,在沉降罐中10中的原油罐底污油高含水污油、原油电脱盐后排出的高含油污水以及油田从井下采出高含水原油,乳化物含水高达5%以上,有的甚至高达90以上,这种高含水油水乳化物,通过超声波作用区装置8后,油水乳化结构破乳,然后,再循环进入污油沉降罐中10中进行重力作用下沉降脱水,罐底排水后,回收原油和污油。

以下列出了采用本发明的方法和装置后,电脱盐脱后含盐污水含油的回收中产生的效果。

(1)沉降含盐污水含油回收时的排水含油情况:

2003年7月1日	7%
2003年7月6日	10%
2003年7月7日	9%
2003年7月8日	10%
2003年7月9日	10%

(2)应用于本发明方法及装置,含盐污水含油回收时的排水含油试验情况:

2003年7月2日	3.5%
2003年7月3日	4%
2003年7月4日	4%
2003年7月5日	4%

比较(1)组与(2)组的数据,可以看出,本发明的方法及装置应用于罐式沉降脱水中,可以降低排水含油50%以上。

实施例5,超声波作用区用于馏分油的超声波破乳—电精制脱水工艺的实施方案。

图4所示,在馏分油电精制中,应用本发明的方法及装置的流程的实施方案,可应用于汽油电精制破乳脱水工艺、煤油电精制破乳脱水工艺、柴油电精制破乳脱水工艺以及润滑油脱氮电精制的破乳脱水中。图4中示出,前述各馏分油通过超声波作用区装置8后,油水乳化结构破乳,然后,进入电精制罐11中在高压电场作用下继续脱水、沉降、排水。

说明书附图

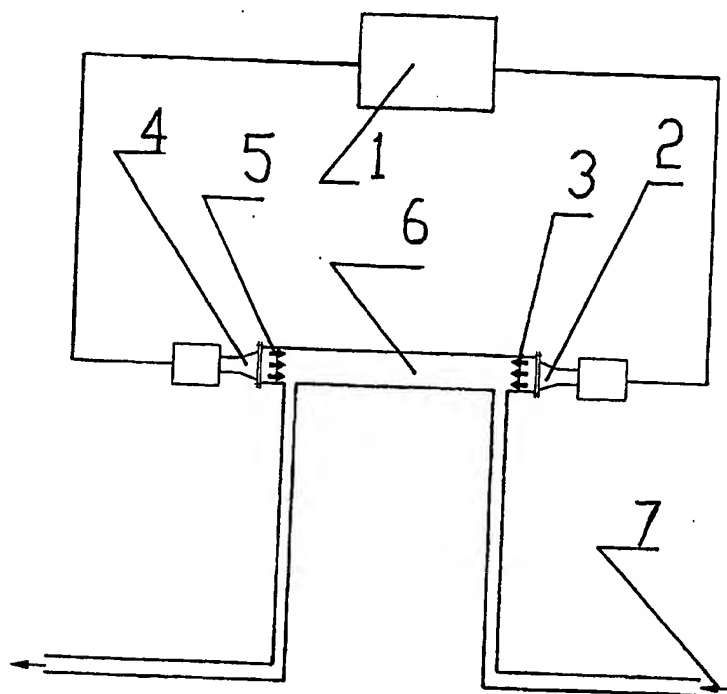


图 1

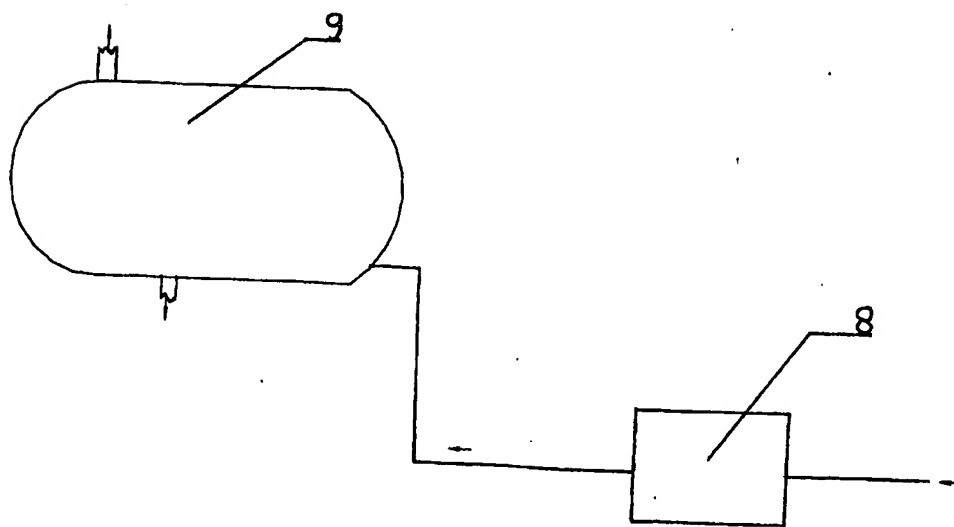


图 2

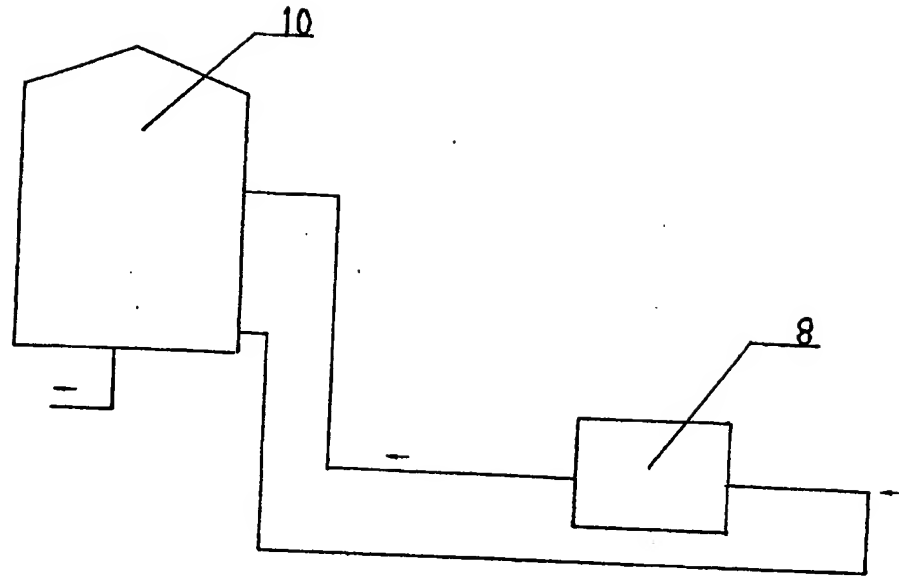


图 3

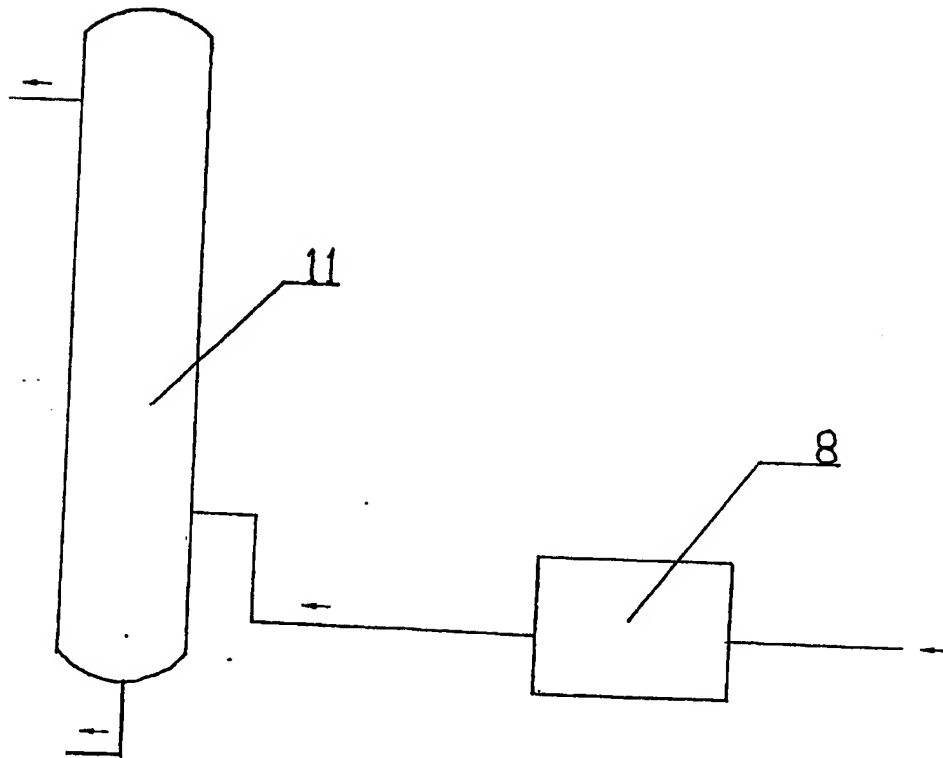


图 4